

Uji Kualitas Tanah Berdasarkan Indeks Kualitas Tanah pada Lahan Sawah di Kawasan Pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan

Sania Permata Ramadani, I Dewa Made Arthagama^{*)}, I Made Adnyana

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. PB Sudirman Denpasar 80231

^{*)}Email: arthagama@unud.ac.id

Abstract

Increasing the use of agricultural land will have an impact on decreasing soil quality, so it is necessary to carry out appropriate soil management to maintain sustainability and optimize productivity on agricultural land which is getting narrower and narrower. Inappropriate soil management systems cause a decrease in land productivity so that crop production is not optimal. This research was conducted in the rice fields of Klungkung and Dawan District from October 2022 until January 2023. This research was conducted using survey methods, soil analysis in the laboratory, and determination of soil quality. Soil samples were taken by purposive sampling technique on each homogeneous land unit. Soil quality indicators measured as minimum data sets (MDS): bulk density, texture, porosity, field capacity water content, pH, C-Organic, CEC, base saturation, nutrients (N, P and K), and C -biomassa. The results of soil quality determination at each homogenous land units are mapped with QGIS 3.16 software and then the land management direction is determined for each homogenous land units. The results showed that the soil quality at the research location was classified as good at homogenous land units I and III and very good at homogenous land units II. The limiting factors in the study area include: texture, N, field capacity water content and C-biomass. It is recommended to cultivate the soil using a tractor and fertilize it with manure, urea in rice fields of the Coastal Area of the Unda Watershed, Klungkung and Dawan District.

Keywords: *land system managements, limiting factors, soil quality*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Kabupaten Klungkung memiliki jumlah penduduk 179.900 jiwa, luas lahan sawah seluas 4013 ha, luas lahan sawah di kawasan Pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan seluas 1.438 ha. hutan negara seluas 202 ha, perkebunan seluas

10.060 ha dan lain-lain seluas 7.594 ha (BPS Klungkung, 2019). Konversi lahan sawah bersifat tidak dapat kembali (*irreversible*) pada umumnya, karena sudah menjadi lahan perumahan, perkotaan dan kawasan industri (Setyorini *et al.*, 2010). Peningkatan alih fungsi lahan pertanian akan berdampak pada penurunan kualitas tanah. Perlu dilakukan pengelolaan tanah yang sesuai untuk menjaga kelestarian dan mengoptimalkan produktivitas lahan pertanian yang semakin lama semakin menyempit. Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah perangkat lunak yang didesain untuk menangkap, menyimpan, mengecek, dan men-*display* seluruh jenis data geografis (Irwansyah, 2013). SIG sudah dimanfaatkan secara luas dalam mengakses informasi mengenai potensi dari suatu wilayah. Melalui pemanfaatan perangkat lunak SIG maka akan dihasilkan peta kualitas tanah sawah pada kawasan pesisir.

2. Bahan dan Metode

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Oktober 2022-Januari 2023. Penelitian dilaksanakan pada Lahan Sawah di Kawasan Pesisir DAS Unda dan Laboratorium Tanah, Konsentrasi Ilmu Tanah dan Lingkungan, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana.

2.2 Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan beberapa bahan, antara lain peta penunjang (peta jenis tanah dan peta kemiringan lereng dalam skala 1:25.000), sampel tanah, dan bahan-bahan kimia untuk analisis tanah di laboratorium. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu GPS (*Geographic Positioning System*), *abney level*, cangkul, bor tanah, pisau, plastik, alat tulis berupa kertas label, laptop, serta perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) QGIS 3.16.

2.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan pembuatan peta Satuan Lahan Homogen (SLH) pada lahan sawah di daerah pesisir di DAS Unda, Kecamatan Klungkung dan Dawan. Pembuatan SLH dilakukan dengan cara menumpangsusun peta jenis tanah, peta lereng dan peta penggunaan lahan sawah di daerah pesisir di DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan serta dalam pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dan perhitungan IKT.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara survei tanah di lapangan dan analisis tanah di laboratorium. Adapun tahapan-tahapannya yakni:

2.4.1 Tahap Studi Pustaka

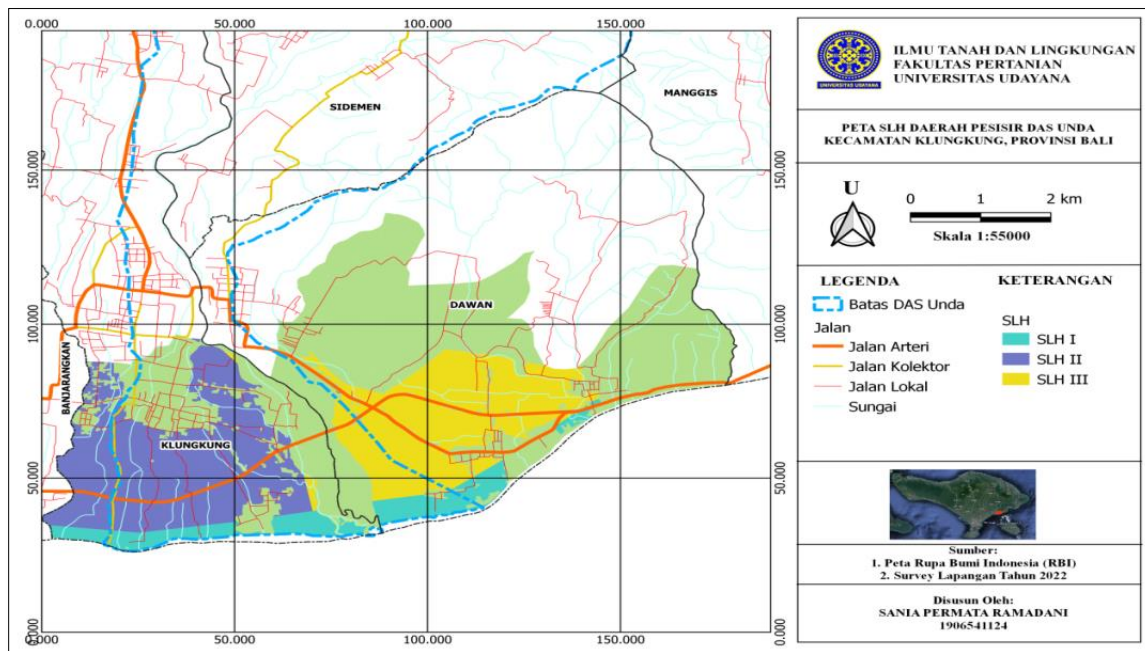
Studi pustaka adalah metode pengumpulan pustaka sebagai data sekunder untuk memperoleh informasi yang berhubungan dengan daerah penelitian. Persiapan diawali dengan pengumpulan data sekunder seperti peta-peta yaitu Peta Rupa Bumi skala 1:25000, Peta Jenis Tanah Semi Detil dan Peta Kemiringan Lereng.

2.4.2 Penentuan Satuan Lahan Homogen

Tahap pertama adalah dengan melakukan *overlay* peta jenis tanah, peta lereng, dan peta penggunaan lahan sawah pada lokasi penelitian. Berdasarkan hasil *overlay* diperoleh 3 satuan lahan homogen (SLH) yang digunakan sebagai peta kerja dalam pengambilan sampel tanah. Pembuatan peta SLH menggunakan perangkat lunak QGIS 3.16.

2.4.3 Survei Pendahuluan

Pada survei pendahuluan dilakukan dengan metode penelusuran keseluruhan daerah penelitian terutama pada kondisi lahan yang akan dilakukan penelitian.



Gambar 1. Peta Satuan Lahan Homogen Lahan Sawah Kawasan Pesisir

Tabel 1. Tabel SLH dan Desa di Kawasan Pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan

SLH	Desa	Penggunaan Lahan	Jenis Tanah	Luas (ha)	Kemiringan Lereng
I	Jumpai, Kusamba	Sawah	Regosol Coklat Kelabu	197,94 Ha	0-8%
II	Tangkas, Gelgel	Sawah	Regosol Coklat Kekuningan	679,05 Ha	0-8%
III	Gunaksa, Jumpai, Dawan Klod	Sawah	Latosol Coklat Kemerahan dan Litosol	561,14 Ha	0-8%

2.4.4 Survei Lapangan dan Pengambilan Sampel

Survei lapang dilakukan untuk mengetahui kondisi fisik (jenis penggunaan lahan, pengelolaan lahan serta vegetasi penutup tanah) pada setiap satuan unit lahan. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara purposive sampling sesuai titik sampel yang telah ditentukan pada masing-masing SLH yang kemudian dikompositkan. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lapisan olah dengan kedalaman kisaran 0-30 cm, kemudian sampel tanah dikompositkan untuk dilakukan analisis tanah di Laboratorium.

2.4.5 Analisis Tanah di Laboratorium

Penilaian kualitas tanah meliputi pengukuran sifat fisik, sifat kimia dan biologi tanah. Berdasarkan metode Lal (1994), sepuluh minimum data set (MDS) yang menjadi kunci dari kualitas tanah di wilayah tropis terdiri dari penciri sifat fisik, kimia, dan biologi. Prosedur analisis kualitas tanah dilakukan berdasarkan metode standar parameter tersebut yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Metode Analisis Kualitas Tanah Lal (1994)

Parameter	Satuan	Metode
Sifat fisik		
1. Tekstur tanah	%	Pipet
2. Berat volume (<i>bulk density</i>)	g cm ⁻³	Ring sampel
3. Porositas	%	Ring sampel
4. Kadar air kapasitas lapang	%	Gravimetri
Sifat kimia		
1. C-organik	%	Walkley & Black
2. pH		Potensiometri (H ₂ O 1:2,5)
3. KTK	me 100 g ⁻¹	Ekstrasi NH ₄ OAc 1N pH 7 Ekstrasi NH ₄ OAc 1N pH 7
4. KB	%	Kjeldahl Bray- 1
5. N total	%	
6. P tersedia, K tersedia	Ppm	
Sifat biologi		
1. C-biomassa mikroba	mg CO ₂ kg ⁻¹	Respirasi tanah

2.4.6 Analisis Tanah dan Penetapan Indeks Kualitas Tanah

Analisis kualitas tanah dilakukan dengan penghitungan Indeks Kualitas Tanah (IKT) dengan pengkriteriaan faktor pembatas dan pembobotan relatif indikator kualitas tanah menurut Lal (1994). Larson dan Pierce (1991) menentukan set data minimum untuk menilai kualitas tanah. Faktor pembatas tersebut berkisar dari ekstrim hingga tanpa faktor pembatas dengan pembobotan pada skala 1 sampai 5 (Tabel 3). Perhitungan kualitas tanah dilakukan dengan menjumlahkan skor yang diperoleh pada setiap pengelolaan lahan. Perhitungan kualitas tanah dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{IKT} = \text{SF} + \text{SK} + \text{SB}$$

Keterangan:

- IKT : Indeks Kualitas Tanah
 SF : Parameter Sifat Fisik Tanah
 SK : Parameter Sifat Kimia Tanah
 SB : Parameter Sifat Biologi Tanah

Indikator sifat biologi (SB) yang dianalisis adalah indikator C-biomassa. Indikator sifat kimia dan hara tanah (SK) antara lain C-Organik, pH, KTK, KB, unsur hara (N, P dan K). Indikator sifat fisik Tanah (SF) antara lain tekstur, air kapasitas lapang, berat volume, dan porositas.

Tabel 3. Faktor Pembatas dan Pembobotan Relatif Indikator Kualitas Tanah

No	Indikator	Faktor Pembatas dan Bobot Relatif				
		Tanpa 1	Ringan 2	Sedang 3	Berat 4	Ekstrim 5
1	Berat Volume (g cm ⁻³)	<1,2	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6	>1,6
2	Tekstur Tanah	L	SiL, Si, SiCL 18-20	CL, SL	SiC, LS	S, C
3	Porositas (%)	>20		15-18	10-15	<10
4	Kadar Air kapasitas lapang (%)		20-30			
	C-Organik (%)	>30	3-5	8-20	2-8	<2
5	pH	5-10	5,8-6,0	1-3	0,5-1	<0,5
6	KTK (me/100g)	6,0-7,0	25-40	5,4-5,8	5,0-5,4	<5,0
7	KB (%)	>40	51-70	17-24	5-16	<5
8	Nutrisi (N,P dan K)	>70		36-50	20-30	<20
9	N- Total (%)		0,51- 0,75			
	P-Tersedia (ppm)	>0,51	26-35	0,21-0,50	0,10-0,20	<0,10
	K-Tersedia (ppm)	>35	0,6-1,0	16-25	10-15	<10
10	C-Biomassa (mg CO ₂ kg ⁻¹)	>1,0	20-25	0,3-0,5	0,1-0,2	<0,1
		>25		10-20	5-10	<5

Keterangan : L=Loam (Lempung); Si = Silt (debu); S= Sand (pasir); C=Clay (liat)

Sumber: Lal (1994)

Hasil Perhitungan IKT kemudian akan dibandingkan dengan kriteria kualitas tanah menurut Lal (1994), seperti yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Kualitas Tanah Berdasarkan 10 minimum data set (MDS)

Kualitas Tanah	Pembobotan Relatif	Bobot Kumulatif (IKT)
Sangat Baik	1	<20
Baik	2	20-25
Sedang	3	25-30
Buruk	4	30-40
Sangat Buruk	5	>40

2.4.7 Pembuatan Peta Kualitas Tanah

Pembuatan peta kualitas tanah bertujuan mempermudah penyampaian informasi terkait kondisi kualitas tanah pada daerah penelitian. Pembuatan peta kualitas tanah sesuai hasil analisis data kualitas tanah melalui penghitungan IKT pada masing-masing SLH dengan menggunakan perangkat lunak QGIS 3.16.

2.4.8 Arahan Pengelolaan Tanah

Arahan pengelolaan lahan ditetapkan berdasarkan kualitas tanah pada daerah penelitian. Arahan pengelolaan dilakukan dengan metode deskriptif dengan memberikan rekomendasi pengelolaan setelah diketahuinya faktor pembatas pada lahan sawah yang bertujuan memperbaiki kualitas tanah pada lahan sawah di kawasan pesisir DAS Unda, Kecamatan Klungkung dan Dawan.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan pada masing-masing SLH di lokasi penelitian. Masing-masing SLH terdiri dari beberapa desa yang ada di wilayah pesisir Kecamatan Klungkung dan Dawan.

3.1 Analisis Sifat Fisika Tanah

Berdasarkan hasil analisis tanah di laboratorium, diperoleh parameter tekstur tanah pada SLH I, II, dan III berturut-turut adalah lempung berliat, liat, dan lempung berliat (Tabel 5). Hasil analisis berat volume tanah pada masing-masing SLH di lokasi penelitian menunjukkan tanpa adanya faktor pembatas dengan bobot relatif 1 (satu). Menurut Utomo *et al.* (2016) Berat volume yang relatif rendah dipengaruhi oleh kadar C-organik yang tinggi.

Tabel 5. Hasil Analisis Sifat Fisika Tanah

SLH	Tekstur	Berat Volume (g cm ⁻³)	Porositas (%)	Kapasitas Lapang (%)
I	CL ₍₃₎	0,984 ₍₁₎	26,3 ₍₁₎	14,42 ₍₃₎
II	C ₍₅₎	1,085 ₍₁₎	24,9 ₍₁₎	25,68 ₍₂₎
III	CL ₍₃₎	1,094 ₍₁₎	26,03 ₍₁₎	13,16 ₍₃₎

Keterangan: Faktor Pembatas: (1) Tanpa, (2) Ringan, (3) Sedang, (4) Berat, (5) Ekstrim

Hasil analisis porositas tanah pada masing-masing SLH di lokasi penelitian menunjukkan tanpa adanya faktor pembatas dengan bobot relatif 1 (satu). Nilai porositas pada masing-masing SLH di lokasi penelitian tergolong tinggi. Hal ini diakibatkan oleh tekstur tanah di lokasi penelitian didominasi oleh fraksi liat sehingga dalam menahan air dalam tanah memiliki kemampuan lebih tinggi akibat banyaknya jumlah pori mikro.

Hasil analisis kadar air kapasitas lapang menunjukkan adanya faktor pembatas ringan hingga dengan faktor pembatas sedang. Faktor pembatas ringan terdapat pada SLH II dengan bobot relatif 2 (dua), sedangkan pada SLH I dan III menunjukkan faktor pembatas sedang dengan bobot relatif 3 (tiga).

3.2 Analisis Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis KTK tanah berdasarkan faktor pembatas dan pembobotan relatif menurut Lal (1994) menunjukkan bahwa pada masing-masing SLH di lahan sawah kawasan pesisir DAS Unda yakni tanpa faktor pembatas dengan bobot relatif 1 (satu). Nilai KTK pada masing-masing SLH cenderung tinggi yang disebabkan oleh adanya kandungan fraksi liat pada masing-masing SLH di lokasi penelitian.

Tabel 6. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah

SLH	KTK (me 100g ⁻¹)	KB (%)	pH	C-Organik	Nutrisi		
					N-Total (%)	P-Tersedia (Ppm)	K-Tersedia (Ppm)
I	50,14 ₍₁₎	53,78 ₍₂₎	6,72 ₍₁₎	2,05 ₍₃₎	0,28 ₍₃₎	165,29 ₍₁₎	321,45 ₍₁₎
II	47,36 ₍₁₎	46,22 ₍₃₎	6,74 ₍₁₎	2,05 ₍₃₎	0,32 ₍₃₎	245,41 ₍₁₎	183,92 ₍₁₎
III	28,85 ₍₁₎	91,85 ₍₁₎	6,88 ₍₁₎	2,49 ₍₃₎	0,27 ₍₃₎	192,22 ₍₁₎	297,08 ₍₁₎

Keterangan: SR= sangat rendah, R= rendah, S= sedang, T= tinggi, ST= sangat tinggi, N= netral

Semakin halus permukaan tanah atau semakin tinggi kandungan liat tanah maka akan meningkatkan KTK tanah akibat dari kemampuan menahan air dan unsur hara akan dengan mudah terjebak dalam koloid tanah. Nilai kejenuhan basa berkorelasi dengan kadar C-

organik di dalam tanah. Berdasarkan hasil pengukuran pH tanah pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa nilai pH tanah dari masing-masing SLH tergolong netral. Nilai pH pada SLH I, II, dan III secara berurutan adalah 6,72; 6,74 dan 6,88. Nilai C-Organik pada SLH I, II, dan III secara berurutan adalah 2,05%; 2,05% dan 2,49%. Menurut Foth (1998) mengatakan bahwa terdapat korelasi antara kandungan liat tanah dengan kandungan bahan organik. Adapun sifat lain tanah yang mudah diolah, memiliki aerasi baik, media respirasi akar, serta mikroba tanah yang baik (Kurnia U., 2006).

Kandungan pH tanah yang netral juga mempengaruhi ketersediaan kandungan P-tersedia. Kandungan K-tersedia di lokasi penelitian pada masing-masing SLH tergolong tinggi. Kandungan K-tersedia dipengaruhi oleh tinggi rendahnya KTK tanah. Semakin tinggi nilai KTK tanah maka kemampuan untuk mengikat Kalium di dalam tanah akan semakin tinggi begitupun sebaliknya. Unsur K memiliki sifat mudah bergerak sehingga akan mudah tercuci oleh air hujan dari zona perakaran, terutama pada tanah yang memiliki kapasitas tukar kation yang rendah maka diperlukan pemupukan K pada kondisi tersebut (Mikkelsen, 2007 dalam Baon, 2011).

3.3 Analisis Sifat Biologi Tanah

Nilai C-biomassa pada SLH I lebih tinggi, hal ini disebabkan karena adanya penambahan pupuk kompos pada lokasi penelitian sehingga mengakibatkan peningkatan jumlah bahan organik dan aktivitas biomassa di dalam tanah.

Tabel 7. Hasil Analisis Sifat Biologi Tanah

SLH	Respirasi Tanah (mg C CO ² tanah/hari)	C-Biomassa (mg C-CO ₂ kg ⁻¹)
I	3,085	12,389 ₍₃₎
II	6,171	7,745 ₍₄₎
III	6,342	9,430 ₍₅₎

Keterangan: Faktor Pembatas: (1) Tanpa, (2) Ringan, (3) Sedang, (4) Berat, (5) Ekstrim

Sedangkan pada SLH II dan III nilai C-biomassa tergolong rendah disebabkan aktivitas pemberian pupuk kompos jarang dilakukan sebagai salah satu sumber makanan bagi mikroorganisme di dalam tanah. C-biomassa merupakan sumber nutrisi penting bagi pertumbuhan mikroba yang memiliki peran dalam proses perombakan bahan organik dalam tanah. Semakin menurun kandungan bahan organik tanah, humus (koloid organik) sebagai sumber muatan negatif tanah maka muatan positif (kation-kation) dalam tanah yang dapat dipertukarkan juga semakin rendah (Kumalasari *et al.*, 2011).

3.4 Hasil Indeks Kualitas Tanah (IKT)

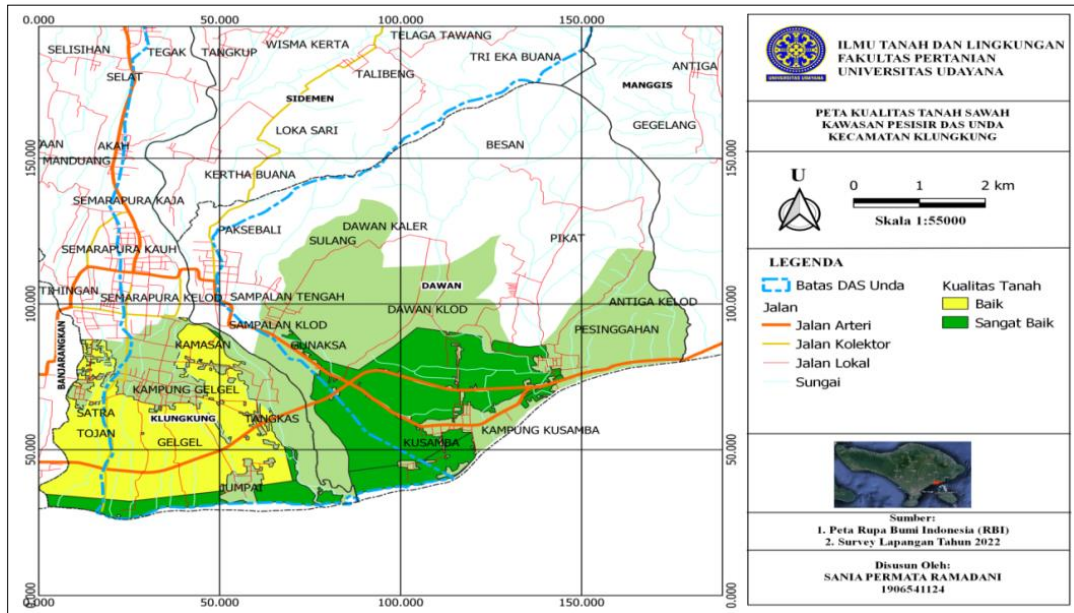
Hasil analisis tanah berdasarkan Indeks Kualitas Tanah (IKT) pada masing-masing SLH di lahan sawah kawasan pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan telah diperoleh hasil kualitas tanah baik hingga sangat baik.

Tabel 8. Kualitas Tanah Sawah Kawasan Pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan

SLH	Desa	IKT	Kualitas Tanah
I	Jumpai, Kusamba	19,7	Sangat Baik
II	Tangkas, Gelgel	22,7	Baik
III	Gunaksa, Jumpai, Dawan Klod	19,7	Sangat Baik

Parameter yang menjadi faktor pembatas sehingga mengakibatkan perbedaan nilai IKT di lahan sawah kawasan pesisir DAS Unda pada masing-masing SLH yakni parameter Tekstur, N-Total, kadar air kapasitas lapang, dan C-Biomassa. Perbedaan nilai IKT pada masing-masing SLH disebabkan dari sistem pengelolaan yang belum dilakukan secara optimal pada lahan sawah yang memerlukan jangka waktu pengelolaan yang lama dalam hal perbaikan kualitas tanah.

3.5 Peta Kualitas Tanah



Gambar 2. Peta Kualitas Tanah Kawasan Pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan

Pembuatan peta kualitas tanah pada lahan sawah di kawasan pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan menggunakan perangkat QGIS 3.16. Lahan sawah di kawasan pesisir ini memiliki kualitas tanah dengan IKT tergolong baik hingga sangat baik. Proses pembuatan peta pertama dilakukan dengan memberikan skor setiap SLH sesuai dengan parameter kualitas tanah, selanjutnya dilakukan penjumlahan masing-masing skor hingga didapatkan kategori kualitas tanah baik dan sangat baik. Kualitas tanah baik ditunjukkan dengan *polygon* berwarna kuning, sedangkan kualitas tanah sangat baik ditunjukkan dengan *polygon* berwarna hijau.

3.6 Arahan Pengelolaan Tanah

Lahan sawah di lokasi penelitian dilakukan dengan pengelolaan tanah yang terbiasa dilakukan dengan menggunakan cangkul. Pengaplikasian traktor sebagai upaya pengelolaan tanah bertujuan untuk penggemburan tanah yang akan mempengaruhi berat volume tanah sehingga menghasilkan porositas tanah yang tinggi untuk memudahkan akar tanaman dalam menjangkau unsur hara yang dikandung dalam tanah. Pengaruh pupuk kandang terhadap sifat fisik tanah adalah meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air sehingga akan semakin banyak air yang tersedia bagi tanaman. Pengaruh pupuk kandang terhadap sifat kimia tanah adalah meningkatkan kapasitas tukar kation dan terhadap sifat biologi tanah adalah meningkatkan aktivitas metabolik mikroorganisme tanah sebagai penciri dari kualitas tanah pada lahan tersebut.

4. Kesimpulan

Tanah sawah di kawasan pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan dan Dawan memiliki kualitas tanah dengan IKT tergolong baik hingga sangat baik. Parameter yang menjadi faktor pembatas kualitas tanah pada tanah sawah di kawasan pesisir DAS Unda Kecamatan Klungkung dan Dawan antara lain Tekstur, N-Total, kadar air kapasitas lapang, dan C-Biomassa. Kualitas tanah dengan IKT baik terdapat pada SLH I dan III dengan IKT yaitu 19,7. SLH II (Desa tangkas, Desa Gelgel) menunjukkan kualitas tanah sangat baik dengan nilai IKT yaitu 22,7.

Daftar Pustaka

- Baon, J. B., & Sugiyanto, S. (2011). Sifat Kimia Tanah Akibat Abu Asal TanamanPengganti Pupuk Kalium dan Nilai Konversinya. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, Vol. 27 (2): 98-108.
- BPS Klungkung, (2019). Klungkung dalam Angka 2019. Badan Pusat Statistik Kabupaten Klungkung 2019.
- Foth, H.D., (1984). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Edisi VI. Erlangga, Jakarta.
- Irwansyah, Edy. (2013). *Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan. Pengembangan Aplikasi*. Yogyakarta: Digibooks.

- Kurnia, U., (2006). Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Kumalasari, S. W., J. Syamsiah. (2011). Studi Beberapa Sifat. Fisika Dan Kimia Tanah. Pada Berbagai Komposisi. Tegakan Tanaman Di Sub. Das Solo Hulu
- Lal, R. (1994). Method and Guidelines for Assesing Suistainable Use for Soil and Water Resources in The Tropics. SMSS Tech. Monograph No. (21). USDA.
- Larson, W.E and Pierce, F. J. (1994). Conservation and Enhancement of Soil Quality. In: The Soil Quality Institute (Ed). The Soil Quality Consept. USA: USDA Natural Resources Conservation Servis.
- Setyorini, Diah (2010). Kompos. Departemen Pertanian. Balittanah.go.id.
- Utomo, M., Sudarsono, B., Rusman, T., Sabrina, J., Lumbanraja dan Wawan. (2016). Ilmu Tanah: Dasar-Dasar dan Pengelolaan. Prenadamedia Group: Jakarta.